



① BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenl gungsschrift**
⑩ **DE 198 56 413 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:
A 24 C 5/60
B 23 K 26/00
B 26 F 1/31

② Aktenzeichen: 198 56 413.9
② Anmeldetag: 8. 12. 1998
④ Offenlegungstag: 15. 6. 2000

DE 198 56 413 A 1

⑦ Anmelder:
Hauni Maschinenbau AG, 21033 Hamburg, DE
⑦A Vertreter:
Eisenführ, Speiser & Partner, 20095 Hamburg

⑦ Erfinder:
Dombek, Manfred, 21521 Dassendorf, DE; Voß,
Helmut, 25551 Lockstedt, DE; Pawelko, Karl-Heinz,
21436 Marschacht, DE; Maiwald, Berthold, 21493
Schwarzenbek, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤ Perforationsvorrichtung

⑤ Die Erfindung betrifft eine Perforationsvorrichtung zum Herstellen von Öffnungen in einer Umfangsoberfläche eines im wesentlichen länglichen, zylinderförmigen Gegenstandes, insbesondere einer Zigarette, mit einer Lichtquelle zum Erzeugen mindestens eines energiereichen Lichtstrahles, mit dessen Hilfe die Öffnungen in den Gegenstand einbringbar sind, mit einer durch ein Nachführmittel zum Nachführen des Lichtstrahles erzeugbaren Wirkzone, innerhalb derer der Lichtstrahl zum Einbringen der Öffnungen auf einen sich durch die Wirkzone bewegenden Gegenstand einwirkt, mit Rollmitteln zum Erzeugen einer Eigenrotationsbewegung der Gegenstände um ihre Längsachse während die Gegenstände sich durch die Wirkzone bewegen, um die Umfangsoberfläche dem Lichtstrahl auszusetzen, mit Transportmitteln zum Befördern des Gegenstandes durch die Wirkzone. Die Erfindung ist gekennzeichnet durch ein Lichtbrechungsmittel, durch welches der Lichtstrahl vor dem Erreichen der Wirkzone hindurchgeführt wird, so daß dieser beim Nachführen des Lichtstrahles im wesentlichen überall innerhalb der Wirkzone fokussiert bleibt.

DE 198 56 413 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Perforationsvorrichtung zum Herstellen von Öffnungen in einer Umfangsoberfläche eines im wesentlichen länglichen, zylinderförmigen Gegenstandes, insbesondere einer Zigarette, mit einer Lichtquelle zum Erzeugen mindestens eines energiereichen Lichtstrahles, mit dessen Hilfe die Öffnungen in den Gegenstand einbringbar sind, mit einer durch ein Nachführmittel zum Nachführen des Lichtstrahles erzeugbaren Wirkzone, innerhalb derer der Lichtstrahl zum Einbringen der Öffnungen auf einen sich durch die Wirkzone bewegenden Gegenstand einwirkt, mit Rollmitteln zum Erzeugen einer Eigenrotationsbewegung der Gegenstände um ihre Längsachse während die Gegenstände sich durch die Wirkzone bewegen, um die Umfangsoberfläche dem Lichtstrahl auszusetzen, mit Transportmitteln zum Befördern des Gegenstandes durch die Wirkzone.

Derartige Vorrichtungen sind aus dem Stand der Technik bekannt. Solche Vorrichtungen dienen im Stand der Technik insbesondere in der tabakverarbeitenden Industrie dazu, Rauchartikel, insbesondere Zigaretten, mit einer Zone gewünschter Luftdurchlässigkeit zu versehen. Diese Zone gewünschter Luftdurchlässigkeit wird zumeist in einem Hüllmaterialstreifen des Rauchartikels bzw. der Zigarette eingearbeitet. Diese Perforierung der Umfangsoberfläche des Rauchartikels, die zumeist im Bereich des Mundstückendes vorgenommen wird, ist in der Zigarettenindustrie von Bedeutung, da durch derart perforierte Rauchartikel dem Rauch kühle Luft aus der Umgebung beigemischt wird, wenn an dem Rauchartikel bzw. der Zigarette gezogen wird. Diese kühle Luft dient wiederum dazu, die Anteile von Nikotin und Kondensat im Rauch zu beeinflussen.

Grundsätzlich wichtig bei dem Einbringen einer Perforierung in die Umfangsoberfläche eines im wesentlichen länglichen, zylinderförmigen Gegenstandes, insbesondere einer Zigarette, ist es, daß die Perforierung gleichmäßig und reproduzierbar eingebracht werden kann. Zu diesem Zweck werden im Stand der Technik als Lichtquelle zumeist Laser verwendet. Dabei kann mittels entsprechender Fokussierung des Laserstrahls die Lochgröße der Öffnungen in der Umfangsoberfläche verändert werden.

Als Transportmittel für die zu perforierenden Zigaretten werden im Stand der Technik zumeist Rolltrommeln u. dgl. verwendet. Diese Rolltrommeln fördern die Zigaretten queraxial durch den Auftreffpunkt des Laserstrahls hindurch. Um eine Perforierung nicht nur an einer Stelle auf der Umfangsoberfläche zu erzielen, sondern um die Perforierung zumindest über einen Teilumfang zu erhalten, wird die Zigarette, während sie queraxial von der als Transportmittel dienenden Rolltrommel befördert wird, zumeist mit Hilfe von Rollmitteln, die von der der Rolltrommel gegenüberliegenden Seite die Zigarette erfassen, gerollt. Wichtig ist bei einer derartigen Rollung zwischen zwei Flächen, daß die Zigarette bzw. der Rauchartikel möglichst wenig mit Druckkräften u. dgl. beaufschlagt wird. Denn derartige Kräfte beeinträchtigen die Qualität der Zigarette.

Eine bekannte Perforationsvorrichtung, die mit einem Laser arbeitet, ist bspw. aus der US 5,148,818 bekannt. In dieser Druckschrift ist eine Perforationsvorrichtung offenbart, die als Transportmittel für die Zigaretten mehrere Walzen verwendet. Auf diesen Walzen läuft ein als Rollmittel dienendes Förderband um, so daß sich die Zigaretten zwischen dem Förderband und den Walzen befinden. Dadurch, daß das Förderband mit einer anderen Geschwindigkeit als die Walzen läuft, werden die zwischen dem Förderband und den Walzen liegenden Zigaretten in eine Eigenrotationsbewegung versetzt. Weiterhin befindet sich in der Mitte einer der

Walzen ein Laser mit ebenfalls rotierendem Laserstrahl, der in die rotierenden Zigaretten die Perforierung einbrennt.

Nachteilig bei diesem Stand der Technik ist es, daß der Laserstrahl mit einer der Walzen mitrotieren muß, und daß die Rotation des Laserstrahls exakt auf die Förderung der Zigaretten abgestimmt sein muß, wodurch sich insgesamt ein sehr hoher technischer und damit auch ein sehr hoher Kostenaufwand ergibt.

Ein weiterer Stand der Technik ist aus der DE 33 10 930 bekannt. In dieser Druckschrift ist eine Perforationsvorrichtung offenbart, bei der auf einer Trommel umlaufende Zigaretten mit Hilfe eines herzförmigen Reflektors, in welchem ein Laserstrahl umläuft, die entsprechenden Perforationen in die Umhüllung der zu perforierenden Zigaretten eingebracht werden.

Auch bei diesem Stand der Technik ist nachteiligerweise ein sehr hoher technischer Aufwand notwendig, um den Laserstrahl in dem herzförmigen Reflektor zu rotieren und um gleichzeitig die Zigaretten synchron mit der Rotation bzw. Reflexion des Laserstrahls an ihre richtige Position zu rotieren, so daß die Perforationen gleichmäßig in die Umhüllung eingebracht werden.

Noch ein weiterer Stand der Technik ist aus der DE 34 31 051 bekannt. In dieser Druckschrift ist ebenfalls ein Laser mit einer komplizierten Reflektorenanordnung verbunden. Auch hier wird der Laserstrahl über eine sehr aufwendige Anordnung von Spiegeln und rotierenden Reflektoren an die zu perforierende Stelle auf der Umhüllung der auf einer Walze umlaufenden Zigarette geleitet. Auch diese Vorrichtung ist extrem aufwendig und teuer und dazu auch nur sehr schwer zu synchronisieren.

Ein weiterer Stand der Technik ist aus der DE 34 31 067 bekannt. Diese Druckschrift stellt eine Kombination aus den beiden zuletzt genannten Druckschriften dar. Sie zeigt daher ebenfalls die in Bezug auf die beiden zuletzt genannten Druckschriften erläuterten Nachteile.

Eine weitere Perforationsvorrichtung ist aus der DE 42 18 266 bekannt. Bei dieser Vorrichtung befinden sich die geförderten Zigaretten zwischen mehreren Walzen, so daß sie zwischen diesen Walzen rotiert werden können. Auf der Förderwalze für die Zigaretten sitzt ein Polygonspiegel, welcher einen Laserstrahl auf die zu perforierenden Zigaretten wirft.

Auch hier ist es nachteilig, daß die Zigaretten mit Hilfe von aufwendigen Polygonspiegeln perforiert werden müssen. Darüber hinaus ist es bei dieser Vorrichtung nachteilig, daß die Zigaretten sich jeweils zwischen drei Walzen befinden, so daß sehr große Kräfte auf die einzelne Zigarette einwirken, welche sich nachteilig auf den Zustand der Zigarette auswirken können.

Schließlich ist aus der DE 27 51 522 eine weitere Perforationsvorrichtung bekannt geworden. Bei dieser Perforationsvorrichtung, welche den nächstliegenden Stand der Technik darstellt, werden die Zigaretten zwischen einer Rolltrommel und einem sogenannten Rollklotz zur Eigenrotation gebracht. Während dieser Eigenrotation werden die Zigaretten ebenfalls von einem Laserstrahl perforiert. Da sich die Zigaretten während ihrer Rollung zwischen der Rolltrommel und dem Rollklotz in dem so gebildeten Rollkanal relativ zu dem Laser fortbewegen, wird der Laserstrahl der in dem Rollkanal laufenden Zigarette nachgeführt. Diese Nachführung des Laserstrahls geschieht bei dieser Perforationsvorrichtung aus dem Stand der Technik mit Hilfe einer Trommel, die umfangsseitig eine Vielzahl von Spiegeln trägt. Dieser rotierende Polygonspiegel muß nun vollständig synchron mit dem Lauf der Zigaretten in dem durch den Rollklotz und die Rolltrommel gebildeten Rollkanal aktiviert werden. Auch bei diesem Stand der Technik ist

DE 198 56 413 A 1

3

daher ein sehr hohes Maß an Synchronisation und Präzision notwendig, um ein zufriedenstellendes Ergebnis der Perforation erzielen zu können.

Neben den soeben genannten Nachteilen ist es bei diesem Stand der Technik weiterhin nachteilig, daß die Perforationen nur während einer halben Eigenrotation der Zigarette in die Zigarette eingebracht werden können. Daher wird bei diesem Stand der Technik die Zigarette mit Hilfe des Laserstrahls vollständig durchstoßen. Nur so läßt sich bei diesem Stand der Technik eine Perforierung des gesamten Umfanges der Zigarette in dem Rollkanal bewerkstelligen. Eine solche Durchstoßung der Zigarette als Ganzes ist jedoch oftmals bei der Herstellung der Zigarette nicht erwünscht.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, die oben genannten, im Stand der Technik auftretenden Nachteile zu vermeiden, und eine Perforationsvorrichtung zur Verfügung zu stellen, die bei minimalem technischen Aufwand und ohne komplizierte Synchronisation eine Perforierung des gesamten Umfanges der länglichen, zylinderförmigen Gegenstände, insbesondere von Zigaretten ermöglicht. Dabei soll weiterhin gewährleistet sein, daß die auf die Gegenstände während der Perforation einwirkenden Kräfte, insbesondere Kräfte durch die Rollmittel, so niedrig wie möglich gehalten werden.

Die vorstehende Aufgabe wird bei einer Perforationsvorrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein stationäres Lichtbrechungsmittel vorgesehen ist, durch welches der zur Perforierung dienende Lichtstrahl vor dem Erreichen der eigentlichen Wirkzone hindurchgeführt wird, so daß der Lichtstrahl, wenn er dem durch die Wirkzone laufenden Gegenstand nachgeführt wird, im wesentlichen überall innerhalb der Wirkzone fokussiert bleibt.

Die Vorteile der Erfindung liegen insbesondere darin, daß mit Hilfe des erfindungsgemäßen Lichtbrechungsmittels auf aufwendige Spiegelkonstruktionen und auf aufwendige rotierende Spiegel verzichtet werden kann. Vielmehr reicht dank der Erfindung ein stationäres Lichtbrechungsmittel aus, durch welches der Lichtstrahl vor dem Erreichen der Wirkzone tritt, und durch welches der Lichtstrahl während der vollständigen Bewegung des Lichtstrahles mit Hilfe des Nachfuhrmittels durch die Wirkzone hindurchtritt.

Bei der Erfindung ist es besonders vorteilhaft, wenn das Lichtbrechungsmittel eine Fokus-korrigierte Linse (F-Theta-Linse) ist. Mit Hilfe einer solchen Linse läßt sich die Erfindung besonders einfach verwirklichen. Denn eine derartige Linse kann bevorzugt mit ihrer Hauptebene parallel zum Transportweg der zu perforierenden Gegenstände derart angeordnet werden, daß die Linse während des gesamten Nachfuhrbereiches des Lichtstrahles in dem Weg des Lichtstrahles zu der Wirkzone liegt. Dabei ist mit Hilfe der Fokus-korrigierten Linse (F-Theta-Linse) sichergestellt, daß der Lichtstrahl, insbesondere auch ein Laserstrahl während der gesamten Nachfuhrbewegung zum Abdecken der Wirkzone von der Linse jeweils an jeder Stelle innerhalb der Wirkzone fokussiert auf den Gegenstand bzw. auf der Umfangsoberfläche des zu perforierenden Gegenstandes gelangt.

Dies liegt daran, daß die Fokus-korrigierte Linse (F-Theta-Linse) über ihre gesamte Breite entlang der Hauptebene die gleiche Brennweite zur Verfügung stellt. Bei einer derartigen Linse kann daher der Lichtstrahl bzw. der Laserstrahl über der Hauptebene verschoben werden, ohne daß sich die Brennweite und damit der Fokus des durch eine solche Linse tretenden Laserstrahls ändert. Der Laserstrahl kann daher mit Hilfe einer solchen Linse dem sich auf dem Querrörderer rollend bewegenden Gegenstand nachgeführt werden, ohne daß er defokussiert wird.

4

Linse, die die vorgenannten Vorteile der Erfindung verwirklichen, können bspw. von der Firma Laser Components GmbH in Olching, Deutschland, bezogen werden. Besonders vorteilhaft sind dabei die von dieser Firma angebotenen Plankonvexlinsen, Meniskus F-Theta-Planfeldlinsen und die sphärischen ZnSe-F-Theta-Planfeldlinsen.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Transportmittel als Querrörderer ausgebildet. Dieser Querrörderer kann in Ausführungsformen als Bandförderer oder als Rolltrommel ausgebildet sein. Der Querrörderer befördert die zu perforierenden Gegenstände, insbesondere Zigaretten, mit ihren Längsachsen quer zur Förderrichtung.

Mit Hilfe eines derartigen Querrörderers werden die zu perforierenden Gegenstände in die Wirkzone des Lichtstrahles gebracht. Innerhalb der mit dem Nachfuhrmittel für den Lichtstrahl erzeugten Wirkzone des Lichtstrahles können dann die Perforierungen bzw. Öffnungen in die Umfangsoberfläche des Gegenstandes, welcher sich queraxial durch die Wirkzone hindurchbewegt, eingebracht werden. Während sich der Gegenstand durch die Wirkzone hindurchbewegt, wird der Lichtstrahl, insbesondere der Laserstrahl, mit Hilfe der Nachfuhrmittel, die bevorzugt als Schwenkspiegel ausgebildet sind, nachgeführt. Somit ist sichergestellt, daß die zu perforierenden Gegenstände während ihrer gesamten Aufenthaltsdauer in der Wirkzone auch von der Lichtquelle erfaßt werden können, so daß während des gesamten Aufenthalts in der Wirkzone Perforierungen in die Umfangsoberfläche des Gegenstandes eingebracht werden können.

Sollen nun über den gesamten Umfang Perforierungen in den Gegenstand eingebracht werden, so muß der Gegenstand - während er sich durch die Wirkzone bewegt - rotiert werden. Dies wird mit Hilfe der eingangs genannten Rollmittel bewerkstelligt. Diese Rollmittel versetzen den Gegenstand in eine Eigenrotationsbewegung. Die Rollmittel sind bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung als eine dem Querrörderer gegenüberliegende Gegenrollfläche ausgebildet. Diese Gegenrollfläche kann als Gegenrollband oder als Gegenrolltrommel ausgebildet sein. Dabei können die Förderrichtungen der Gegenrollfläche und des Querrörderers entgegengesetzt oder gleichgerichtet sein. Bei gleichgerichteter Förderkomponente der Gegenrollfläche wird der zu perforierende Gegenstand im Zusammenwirkungsbereich von Querrörderer und Gegenrollfläche bei der Rollung beschleunigt. Bei entgegengesetzten Förderkomponenten von Gegenrollfläche und Querrörderer wird der zu perforierende Gegenstand im Zusammenwirkungsbereich abgebremst. In beiden Fällen wird jedoch der Gegenstand in eine Rollbewegung auf dem Querrörderer versetzt. Diese Rollbewegung kann relativ zum Querrörderer stationär in einer für den Gegenstand vorgesehenen Ausnehmung stattfinden. Die Rollbewegung kann jedoch auch in einem dafür auf dem Querrörderer vorgesehenen Rollbereich vorgenommen werden. Im letzteren Fall ist es bevorzugt, wenn der auf dem Querrörderer vorgesehene Rollbereich jeweils von Erhebungen auf dem Querrörderer begrenzt ist. Somit bewegt sich dann der zu perforierende Gegenstand im Augenblick des Zusammenwirkens von Gegenrollfläche und Querrörderer von einer die Rollfläche begrenzenden Erhebung zur anderen. Wird bei einer derartigen Ausführungsform der gesamte Umfang des zu perforierenden Gegenstandes perforiert, so bewegt sich der Gegenstand zwischen den beiden Erhebungen einmal um seine Achse. Dabei wird dann der den Gegenstand perforierende Lichtstrahl bzw. Laserstrahl entsprechend der Bewegung des Gegenstandes über die Rollfläche an dem Querrörderer dem Gegenstand nachgeführt, um diesen voll umfangsseitig zu perforieren.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Er-

findung, bei der sich die zu perforierenden Gegenstände relativ zum Querrörderer stationär in Ausnehmungen im Querrörderer befinden, ist als Rollmittel nicht nur eine Gegenrollfläche - wie oben erläutert - vorgesehen, sondern es ist der Gegenrollfläche gegenüberliegend noch eine weitere Rollfläche vorgesehen. Auch diese Rollfläche kann als Rollband oder Rolltrommel ausgebildet sein. Diese zweite Rollfläche tritt in der Wirkzone, d. h. im Zusammenwirkungsbe-
 5 reich zwischen Gegenrollfläche und Querrörderer von der der Gegenrollfläche gegenüberliegenden Seite an die zu perforierenden Gegenstände heran. Es kommt daher bei dieser Ausführungsform zu einem Zusammenwirken in der Wirk-
 10 zone von Gegenrollfläche und Rollfläche. Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn die Rollfläche eine Förderkomponente aufweist, die der des Querrörderers entgegengesetzt ist, während die Gegenrollfläche eine dem Querrörderer gleichgerichtete Förderkomponente aufweist. Auf diese Art und Weise wird der zu perforierende Gegenstand, insbe-
 15 sondere die zu perforierende Zigarette, in der Wirkzone diametral entgegengesetzt jeweils von entgegengesetzten Förderkräften beaufschlagt, so daß sie sich in der Ausnehmung auf dem Querrörderer dreht.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sollen nun auch anhand der Zeichnungen erläutert werden. In der Zeichnung zeigen die einzelnen Figuren:

Fig. 1 zeigt einen Teilquerschnitt mit schematischen Anteilen, welcher eine Perforationsvorrichtung mit als Rolltrommel ausgebildeten Transportmitteln darstellt;

Fig. 2 zeigt einen Schnitt A-A durch die Perforationsvorrichtung der Fig. 1;

Fig. 3 zeigt einen Teilquerschnitt mit schematischem Anteil einer zweiten Ausführungsform einer Perforationsvorrichtung mit als Rolltrommel ausgebildeten Rollmitteln;

Fig. 4 zeigt einen Schnitt B-B durch die Perforationsvorrichtung der Fig. 3;

Fig. 5 zeigt einen Teilquerschnitt mit schematischem Anteil durch eine dritte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Perforationsvorrichtung mit als Rolltrommel ausgebildeten Transportmitteln;

Fig. 6 zeigt einen Schnitt C-C durch die Perforationsvorrichtung der Fig. 5;

Fig. 7 zeigt einen Teilquerschnitt mit schematischem Anteil durch eine vierte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Perforationsvorrichtung, bei der Transportmittel als Förderband ausgebildet sind;

Fig. 8 zeigt einen Schnitt D-D durch die Perforationsvorrichtung der Fig. 7;

Fig. 9 zeigt einen Teilquerschnitt mit schematischem Anteil durch eine fünfte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Perforationsvorrichtung, bei der die Transportmittel als Bandförderer ausgebildet sind;

Fig. 10 zeigt einen Schnitt E-E durch die Perforationsvorrichtung der Fig. 9; und

Fig. 11 zeigt eine schematische Darstellung einer bei der Erfindung verwendeten F-Theta-Linse mit einem schematischen Strahlengang.

Die Fig. 1 zeigt eine Perforationsvorrichtung 1. Die Perforationsvorrichtung 1 weist einen (nicht dargestellten) Laser als Lichtquelle auf. Dieser Laser sendet als energiereichen Lichtstrahl einen synchron zur Maschinengeschwindigkeit gepulsten Laserstrahl 2 aus. Der Laserstrahl 2 gelangt über einen ersten Schwenkspiegel 4 zu einem Schwenkspiegel 6 und von dort aus in Richtung auf die zu perforierenden Gegenstände 16. Der erste Schwenkspiegel 4 wird von einem Antriebsmotor 8 bewegt. Der zweite Schwenkspiegel 6 wird von einem Antriebsmotor 10 be-

wegt. Der erste Schwenkspiegel 4 dient dazu, den Laserstrahl 2 entlang der Längsachse der zu perforierenden Gegenstände 16 zu verschwenken. Der Schwenkspiegel 6 dient als Nachführmittel zum Nachführen des Laserstrahls 2, um so eine Wirkzone des Laserstrahls 2 zu erzeugen, innerhalb derer der Laserstrahl 2 die (nicht dargestellten) Öffnungen auf einen sich durch die Wirkzone bewegendem Gegenstand 16 bringen kann. In der Fig. 1 ist die Ausdehnung der Wirkzone in Bewegungsrichtung der Gegenstände 16 durch den durchgezogenen Laserstrahl 2a und den gestrichelt dargestellten Laserstrahl 2b dargestellt. Mit anderen Worten kann der Schwenkspiegel 6 den Laserstrahl 2 zwischen den Extrempositionen 2a und 2b verschwenken, um den Laserstrahl 2 dem sich bewegendem Gegenstand nachzuführen.

Nach der Reflexion des Laserstrahls 2 durch den zweiten Schwenkspiegel 6 trifft der Laserstrahl 2 auf eine Fokus-korrigierte Linse (F-Theta-Linse) 12. Von der F-Theta-Linse 12 wird der Laserstrahl 2 derart fokussiert, daß er an den durch die Pfeilspitzen 14a bzw. 14b angedeuteten Auftreffpunkten auf den zu perforierenden Gegenständen derart fokussiert ist, daß er die gewünschten Durchmesser der Öffnungen in die Umhüllung der Gegenstände 16 perforieren kann.

Bei den zu perforierenden Gegenständen 16 handelt es sich in der Fig. 1 um Doppelfilterzigaretten 16. Diese Doppelfilterzigaretten 16 werden von einer in einem Gestell 18 rotierenden Rolltrommel 20 in die Wirkzone des Laserstrahls 2 gefördert. Dabei dreht sich die Rolltrommel 20 gemäß Fig. 1 im Gegenuhrzeigersinn.

Die Doppelfilterzigaretten 16 werden an der Rolltrommel mit Hilfe von (nicht dargestellten) Saugvorrichtungen gehalten. Bevor die Doppelfilterzigaretten 16 in die durch die extremen Laserstrahlpositionen 2a und 2b begrenzte Wirkzone zwischen den Punkten 14a und 14b gelangen, befinden sie sich auf einer in Rolltrommeldrehrichtung der Wirkzone zugewandten Flanke 21 von Erhebungen 22 auf der Umfangsoberfläche der Rolltrommel 20.

Gelangen die Doppelfilterzigaretten 16 durch die Drehbewegung der Rolltrommel 20 an den in der Fig. 1 ganz rechts dargestellten extremen Auftreffpunkt 14a des Laserstrahls 2a, so werden sie in der Fig. 1 von oben von einem als Rollmittel zum Erzeugen einer Eigenrotationsbewegung der Doppelfilterzigaretten 16 dienenden, eine Gegenrollfläche 23 aufweisenden Gegenrollband 24 erfaßt. Das Gegenrollband 24 weist an dem Auftreffpunkt 14a die gleiche Förder-
 45 richtung wie die Rolltrommel 20 auf. Gleichzeitig werden die Doppelfilterzigaretten 16 in der Fig. 1 von unten von einer ebenfalls als Rollmittel dienenden Rollfläche 26 erfaßt. Diese Rollfläche 26 ist auf einem Rollklotz 28 ausgebildet. Die Rollfläche 26 verläuft parallel zur Gegenrollfläche 23.

Um die Doppelfilterzigarette 16 nun zu rollen, weist das Gegenrollband 24 eine höhere Fördergeschwindigkeit als die Rolltrommel 20 auf. Somit wird die an den Punkt 14a gelangte Doppelfilterzigarette 16 zwischen den Punkten 14a und 14b in eine Eigenrotation um ihre Längsachse versetzt, während sie zwischen der Rollfläche 26 und der Gegenrollfläche 23 gerollt wird.

Aufgrund der höheren Fördergeschwindigkeit des Gegenrollbandes 24 gegenüber der Rolltrommel 20 gelangt die Doppelfilterzigarette 16 darüber hinaus auch von der Flanke 21 der Erhebung 22 zu der gegenüberliegenden Flanke 30 der in Förderrichtung der Rolltrommel 20 nächstliegenden Erhebung 22. Diese Position an der gegenüberliegenden Flanke 30 erreicht die Doppelfilterzigarette 16 genau zu dem Zeitpunkt, zu dem sie an dem anderen extremen Ende der Wirkzone, nämlich an dem Punkt 14b angelangt ist. In der Zwischenzeit hat die Doppelfilterzigarette 16 in der Wirkzone zwischen den Punkten 14a und 14b eine vollstän-

DE 198 56 413 A 1

7

dige Eigenrotation einmal um ihre eigene Achse hinter sich gebracht. Während dessen wurde der Laserstrahl 2 von der extremen Position 2a (Auftrittspunkt 14a) und der extremen Position 2b (Auftrittspunkt 14b) mit Hilfe des zweiten Schwenkspiegels 6 der Bewegung der Doppelfilterzigarette 16 mit Hilfe nicht dargestellter Synchronisationsmittel nachgeführt. Während des Nachführens des Laserstrahls 2 mit Hilfe des Schwenkspiegels 6 bleibt der Laserstrahl 2 ständig in der Ebene der Gegenrollfläche 23 in der entsprechenden an der Umhüllung der Gegenstände 16 gewünschten Öffnungsgröße fokussiert, da er während der gesamten Nachföhrbewegung durch die Fokus-korrigierte Linse (F-Theta-Linse) 12 tritt. Auf diese Art und Weise läßt sich mit Hilfe der in der Fig. 1 dargestellten Perforationsvorrichtung 1 eine um den gesamten Umfang verlaufende Perforierung der Umhüllung der Doppelfilterzigarette 16 erreichen.

Mit Hilfe des ersten Schwenkspiegels 4, angetrieben durch den Schwenkmotor 8, kann der Laserstrahl 2 darüber hinaus auch parallel zur Längsachse der Doppelfilterzigaretten 16 verschoben werden. Auf diese Weise kann die Position des Auftreffpunktes 14a auf dem zu perforierenden Gegenstand 16 gemäß Fig. 1 senkrecht zur Bildebene verschoben werden. Somit können - wenn erforderlich - auch zwei oder mehrere parallele Perforierungsspuren auf dem Gegenstand 16 oder seiner Umhüllung umfangsseitig angebracht werden. Dabei ist der nicht dargestellte Laser in seiner Leistung auch derart veränderbar, daß der Laserstrahl 2 beim Auftreffen auf den zu perforierenden Gegenstand 16 diesen Gegenstand 16 vollständig durchdringt, so daß in den Gegenstand 16 durchgehende Löcher eingebracht werden können.

Bei einer anderen nicht dargestellten Ausführungsform ist der Laser abschaltbar, so daß der Gegenstand 16 nur auf einem Teilumfang perforiert wird.

Bei der in der Fig. 1 links dargestellten Extremposition 14b verläßt die dann perforierte Doppelfilterzigarette 16 die zwischen den Punkten 14a und 14b liegende Wirkzone des Laserstrahls 2 bzw. den zwischen den Punkten 14a und 14b liegenden Rollkanal zwischen den Flächen 23 und 26, um von dem als Rolltrommel 20 ausgebildeten Querförderer weiter transportiert zu werden. Bei diesem Weitertransport wird die Doppelfilterzigarette 16 ebenso wie an der ersten Flanke 21 auch an der gegenüberliegenden Flanke von einer nicht dargestellten Saugvorrichtung an der Umfangsoberfläche der Rolltrommel 20 festgehalten.

Die Fig. 2 zeigt einen Schnitt der Perforationsvorrichtung der Fig. 1 entlang der Linie A-A. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen gleiche Teile. Der Schnitt zeigt eine Doppelfilterzigarette 16 während sie sich in der Wirkzone zwischen den Punkten 14a und 14b der Fig. 1 befindet. Die Doppelfilterzigarette 16 befindet sich - wie üblich - mit dem Filterabschnitt 32 in der Mitte in dem durch die Rollklötze 28 und 28' (gestrichene Bezugszeichen bezeichnen gleiche, jedoch doppelt vorhandene Teile) und die Gegenrollbänder 24 und 24' gebildeten Rollkanal. Der Filterabschnitt 32 wird gemäß Fig. 2 von zwei Laserstrahlen 2 und 2' beaufschlagt. Dabei tritt jeder Laserstrahl 2, 2' jeweils durch Fokus-korrigierte Linsen (F-Theta-Linsen) 12, 12'. Die Auftreffpunkte 34 und 34' der Laserstrahlen 2, 2' auf der Doppelfilterzigarette 16 bzw. auf dem Filterabschnitt 32 sind so gewählt, daß diese Auftreffpunkte 34, 34' in dem dem jeweiligen tabakhaltigen Abschnitt 36 bzw. 36' der Doppelfilterzigarette 16 zugewandten Ende des Filterabschnittes 32 liegen. Dabei läßt sich mit Hilfe der Schwenkspiegel 4, 4' die Position der Auftreffpunkte 34, 34' entlang der Längsachse der Doppelfilterzigarette 16 gemäß den in der Fig. 2 dargestellten Pfeilen 38, 38' verschieben.

Die Fig. 3 zeigt ebenfalls eine Perforationsvorrichtung 1.

8

Auch hier sind gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Auch diese Perforationsvorrichtung 1 weist eine Rolltrommel 20 mit einer Reihe von Erhebungen 22 auf. Der Bereich zwischen den Erhebungen 22 ist jedoch als Rollabschnitt 40 ausgebildet. Demnach kann in der Perforationsvorrichtung 1 der Fig. 3 die zu perforierende Doppelfilterzigarette 16 unter Zuhilfenahme des Rollabschnittes 40 als Rollfläche und der Gegenrollfläche 23 des Gegenrollbandes 24 gerollt werden. Im Unterschied zu der Rollung gemäß der Ausführungsform gemäß Fig. 1 wird jedoch bei dieser Ausführungsform die Fördergeschwindigkeit der Rolltrommel 20 höher als die des Gegenrollbandes 24 gewählt. Das Gegenrollband 24 bremst daher die in dieser Ausführungsform an der gegenüberliegenden Flanke liegende Doppelfilterzigarette 16 ab, so daß diese über den an der Rolltrommel 20 vorgesehenen Rollabschnitt 40 relativ zu der Rolltrommel 20 zurückrollt, so daß sie schließlich an der in Förderrichtung der Rolltrommel 20 vorne liegenden Flanke 21 der Erhebung 22 zu liegen kommt. Auch bei dieser Ausführungsform werden die Doppelfilterzigaretten 16 an den jeweiligen Flanken 21, 30 der Erhebungen 22 mit Hilfe Saugöffnungen oder dergleichen gehalten.

Die Doppelfilterzigarette 16 bewegt sich jedoch nur relativ zur Rolltrommel 20 bzw. zum Rollabschnitt 40 rückwärts. Im Ortsraum bewegt sie sich jedoch - wenn auch mit verminderter Geschwindigkeit - vorwärts, so daß auch bei dieser Ausführungsform der Laserstrahl 2 von einer die Anfangsposition der Wirkzone markierenden Position 2a mit Hilfe des Schwenkspiegels 6 bis zu einer die Endposition der Wirkzone markierenden Position 2b nachgeführt werden muß. Allerdings ist bei dieser Ausführungsform die Wirkzone, d. h. der Bereich der Nachführung des Laserstrahls 2 erheblich kürzer als bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform.

Die Fig. 4 zeigt einen Schnitt der Ausführungsform gemäß Fig. 3 entlang der Linie B-B. Auch hier sind gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Auch hier ist ebenso wie bei der Ausführungsform gemäß den Fig. 1 und 2 an den jeweiligen Enden des Filterabschnittes 32 ein Auftreffpunkt 34 bzw. 34' der Laserstrahlen 2 und 2' vorgesehen, so daß auch hier an den jeweiligen Enden des Filterabschnittes 32 Perforationslinien bzw. Ketten von Perforationsöffnungen in die Filterumhüllung der Doppelfilterzigarette 16 eingebracht werden können. Gemäß Fig. 4 ist zu erkennen, daß sich der Rollabschnitt 40 fast über die gesamte Länge der Doppelfilterzigarette 16 erstreckt. Die Gegenrollbänder 24 bzw. 24', die dann zusammen mit dem Rollabschnitt 40 den Rollkanal für die Doppelfilterzigarette 16 bilden, sind gegenüber der Ausführungsformen der Fig. 1 und 2 unverändert.

Die Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Perforationsvorrichtung 1. Auch hier werden gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Das Besondere an dieser Ausführungsform ist, daß die zu perforierenden Gegenstände 16 nicht zwischen einer Oberfläche eines Rollklotzes 28 und einem gegenüberliegenden Gegenrollband 24 gerollt werden, wie dies bei den Ausführungsformen der Fig. 1 bis 4 der Fall ist, sondern daß bei dieser Ausführungsform die Doppelfilterzigarette 16 zwischen einem Rollklotz 28 und einer Gegenrolltrommel 42 abgerollt werden. Da eine Rolltrommel 42 keine ebenen Oberflächen aufweist, ist der Rollklotz 28 bzw. seine Oberfläche 26 entsprechend der Krümmung der Oberfläche 44 der Gegenrolltrommel 42 gekrümmt. Es wird daher auch hier, wie auch aus der Fig. 6 zu erkennen ist, ein Rollkanal zwischen der Oberfläche 26 des Rollklotzes 28 und der Oberfläche 44 der Gegenrolltrommel 42 gebildet.

Bei dieser Ausführungsform läuft die Gegenrolltrommel

42 ebenfalls – wie in der Ausführungsform der Fig. 1 und 2 mit einer höheren Fördergeschwindigkeit als die Rolltrommel 20. Demnach wird auch hier die Doppelfilterzigarette 16 in Förderrichtung auf der Rollfläche 26 des Rollklotzes 28 durch die Gegenrolltrommel 42 vorwärts gerollt. Auch hier wird der Laserstrahl 2 von dem Schwenkspiegel 6 der Bewegung der rollenden Doppelfilterzigarette 16 durch den durch die Oberflächen 26 und 44 gebildeten Rollkanal nachgeführt.

Gemäß Fig. 6 sind auch bei dieser Ausführungsform zwei Laser vorgesehene, die mit ihren Laserstrahlen 2, 2' zwei Perforationslinien in den Filterabschnitt 32 einbringen.

Die Fig. 7 zeigt eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Perforationsvorrichtung 1. Bei dieser Perforationsvorrichtung 1 werden die Doppelfilterzigaretten 16 (auch hier sind gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet) von einem als Bandförderer 46 ausgebildeten Querförderer queraxial gefördert. Wie auch in der Ausführungsform gemäß den Fig. 1 und 2 ist auch hier ein Gegenrollband 24 mit einer Gegenrollfläche 23 vorgesehen. Die Gegenrollfläche 23 wirkt zusammen mit einem auch hier vorgesehenen Rollklotz 28 bzw. seiner Rollfläche 26 als Rollkanal für die zu perforierenden Doppelfilterzigaretten 16. Auch bei dieser Ausführungsform ist die Fördergeschwindigkeit des Gegenrollbandes 24 größer als die des Bandförderers 46, so daß die Doppelfilterzigaretten 16 bei Erreichen der Wirkzone an dem Punkt 14a in Vorwärtsrichtung über den Rollklotz 28 von der ersten Flanke 21 der Erhebungen zu der gegenüberliegenden Flanke 30 der Erhebungen 22 gerollt werden. Auch hier werden die Doppelfilterzigaretten 16 an ihren Positionen an den Flanken 21 und 30 mit Hilfe von nicht dargestellten Sauglöchern gehalten.

Die Fig. 8 zeigt einen Schnitt entlang der Linie D-D der Fig. 7. Zu erkennen ist, daß das Förderband 46 in der in der Fig. 8 dargestellten Situation außer Kontakt mit der Doppelfilterzigarette 16 ist, weil diese sich in dem durch die Rollklotze 28, 28' und die Gegenrollbänder 24, 24' gebildeten Rollkanal befindet.

Die Fig. 9 zeigt noch eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Perforationsvorrichtung 1. Wie in der Ausführungsform gemäß den Fig. 7 und 8 ist hier ein Bandförderer 46 vorgesehen. Das Besondere an dieser Ausführungsform ist, daß die Doppelfilterzigaretten 16 sich in Ausnehmungen 48 in dem Bandförderer 46 liegend befinden. Die Doppelfilterzigaretten 16 werden daher im Rollkanal relativ zum Bandförderer 46 mit unveränderter Förderkomponente auf der Stelle gerollt. Der Rollkanal wird bei dieser Ausführungsform nicht nur von einem Gegenrollband 24 sondern darüber hinaus von einem dem Gegenrollband 24 gegenüberliegenden Rollband 50 bzw. zwischen den jeweiligen Oberflächen gebildet. Dabei weist das Gegenrollband 24, wie auch bei den vorhergegangenen Ausführungsformen mit Gegenrollbändern, eine innerhalb der Wirkzone der Förderrichtung 52 des Bandförderers 46 entsprechende Förderrichtung auf. Demgegenüber weist das Rollband 50 eine innerhalb der Wirkzone der Förderrichtung 52 des Bandförderers 46 entgegengesetzte Förderrichtung auf. Die Doppelfilterzigaretten 16 werden daher in der Ausführungsform gemäß Fig. 9 im Gegenruhezugsinn in den Ausnehmungen 48 liegend gerollt. Da sich während dieser relativ zum Bandförderer 46 stationären Rollung die Doppelfilterzigaretten 16 somit mit der Fördergeschwindigkeit 52 des Bandförderers 46 durch den Rollkanal zwischen den Bändern 24 und 50 bewegen, muß auch hier der Laserstrahl 2 mit Hilfe des Schwenkspiegels 6 synchron zu der Bewegung der Doppelfilterzigaretten 16 mit der Fördergeschwindigkeit 52 nachgeführt werden, um auch hier eine vollumfängliche Perforierung der Doppelfilterzigaretten 16 zu erreichen.

Die Fig. 10 zeigt einen Schnitt entlang der Linie E-E durch die Ausführungsform der Fig. 9. Die Fig. 10 zeigt beidseitig von dem Bandförderer 46 die jeweiligen Gegenrollbänder 24, 24' bzw. Rollbänder 50, 50'. Auch bei dieser Ausführungsform sind zwei Laserstrahlen 2, 2' vorgesehen, um an den Enden des Filterabschnittes 32 jeweils die Perforationsspur einzubringen.

Die Fig. 11 zeigt eine schematische Darstellung einer für die erfindungsgemäße Perforationsvorrichtung 1 verwendbaren sphärischen Meniskus F-Theta-Planfeldlinse 60. Die Fig. 11 zeigt die Linse 60 in einer Seitenansicht. Die Linse 60 weist eine Eintrittspupille 62, einen Arbeitsabstand 64 und eine Brennweite 66 auf. Mit 70 ist die Arbeitsoberfläche bezeichnet, die bei den Perforationsvorrichtungen 1 gemäß den vorhergehenden Figur die Oberfläche der zu perforierenden Doppelfilterzigarette 16 ist. Wie aus der Fig. 11 zu erkennen ist, bleibt der Laserstrahl 2 fokussiert, auch wenn er aus verschiedenen Richtungen auf die sphärische F-Theta-Planfeldlinse 60 fällt. Das Gleiche gilt (nicht dargestellt) für eine parallele Versetzung des Laserstrahls 2.

Patentansprüche

1. Perforationsvorrichtung zum Herstellen von Öffnungen in einer Umfangsoberfläche eines im wesentlichen länglichen, zylinderförmigen Gegenstandes (16), insbesondere einer Zigarette, mit mindestens einer Lichtquelle zum Erzeugen mindestens eines energiereichen Lichtstrahles (2), mit dessen Hilfe die Öffnungen in den Gegenstand (16) einbringbar sind, mit einer durch ein Nachführmittel (6) zum Nachführen des Lichtstrahles (2) erzeugbaren Wirkzone, innerhalb derer der Lichtstrahl (2) zum Einbringen der Öffnungen auf einen sich durch die Wirkzone bewegenden Gegenstand (16) einwirkt, mit Rollmitteln (24, 28, 40, 42, 50) zum Erzeugen einer Eigenrotationsbewegung der Gegenstände (16) um ihre Längsachse während die Gegenstände (16) sich durch die Wirkzone bewegen, um die Umfangsoberfläche dem Lichtstrahl (2) auszusetzen, mit Transportmitteln (20, 46) zum Befördern des Gegenstandes (16) durch die Wirkzone, gekennzeichnet durch ein Lichtbrechungsmittel (12), durch welches der Lichtstrahl (2) vor dem Erreichen der Wirkzone hindurchgeführt wird, so daß dieser beim Nachführen des Lichtstrahles (2) im wesentlichen überall innerhalb der Wirkzone fokussiert bleibt.
2. Perforationsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Lichtbrechungsmittel (12) ortsfest ist.
3. Perforationsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Lichtbrechungsmittel (12) eine Fokus-korrigierte Linse (F-Theta-Linse) ist.
4. Perforationsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Transportmittel (20, 46) die Gegenstände (16) auf einem Transportweg durch die Wirkzone befördern, welcher im wesentlichen senkrecht zu den Lichtstrahlen (2), die aus dem Lichtbrechungsmittel (12) austreten, verläuft.
5. Perforationsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Transportmittel (20, 46) die Gegenstände (16) während des Durchlaufens der Wirkzone auf einem Transportweg befördern, welcher im wesentlichen parallel zu der Hauptebene der Lichtbrechungsmittel (12) verläuft.
6. Perforationsvorrichtung nach einem der vorstehenden

- den Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Transportmittel (20, 46) einen Querförderer aufweisen, auf welchem die Gegenstände (16) queraxial gefördert werden.
7. Perforationsvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Querförderer (20, 46) Ausnehmungen (48) zur Aufnahme der Gegenstände (16) aufweist, wobei die Gegenstände (16) in den Ausnehmungen (48) liegen, während sie von den Rollmitteln in die Eigenrotationsbewegung versetzt werden.
8. Perforationsvorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Querförderer (20, 46) als Bandförderer (46) ausgebildet ist.
9. Perforationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Querförderer (20, 46) als Rolltrommel (20) ausgebildet ist.
10. Perforationsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Rollmittel (24, 28, 40, 42, 50) eine zumindest in der Wirkzone dem Transportmittel (20, 46) gegenüberliegende Gegenrollfläche (23) aufweisen, so daß die in eine Eigenrotationsbewegung zu versetzenden Gegenstände (16) zwischen dem Transportmittel und der Gegenrollfläche quer zur Förderrichtung (52) des Transportmittels (20, 46) in der Wirkzone in Eigenrotation versetzt werden.
11. Perforationsvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Gegenrollfläche (23) als Gegenrollband (24) ausgebildet ist.
12. Perforationsvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Gegenrollfläche (23) als Gegenrolltrommel (42) ausgebildet ist.
13. Perforationsvorrichtung nach den Ansprüchen 6, 10 und nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gegenrollfläche (23) und der Querförderer (20, 46) zumindest in der Wirkzone gleichgerichtete Förderkomponenten aufweisen.
14. Perforationsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Geschwindigkeiten der Gegenrollfläche (23) und des Querförderers (20, 46) zumindest in der Wirkzone derart sind, daß sich der Gegenstand (16) in der Wirkzone während seiner Eigenrotationsbewegung weiterhin in die ursprüngliche Förderrichtung (52) bewegt.
15. Perforationsvorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegenstand (16) sich während der Eigenrotationsbewegung weiterhin mit der ursprünglichen Fördergeschwindigkeit weiterbewegt.
16. Perforationsvorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegenstand (16) sich während der Eigenrotationsbewegung mit gegenüber der ursprünglichen Fördergeschwindigkeit erhöhter Geschwindigkeit bewegt.
17. Perforationsvorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegenstand (16) sich während der Eigenrotationsbewegung mit gegenüber der ursprünglichen Fördergeschwindigkeit verminderter Geschwindigkeit bewegt.
18. Perforationsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Gegenstand (16) während des Aufenthalts in der Wirkzone einmal um die eigene Achse dreht.
19. Perforationsvorrichtung nach Anspruch 10 und nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Rollmittel (24, 28, 40, 42, 50) weiterhin eine der Gegenrollfläche (23) gegenüberliegende, transportmitelseitige Rollfläche (26) derart auf-

weisen, daß die Gegenstände (16) im Bereich der Wirkzone zwischen der Gegenrollfläche (23) und der Rollfläche (26) gerollt werden.

20. Perforationsvorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Rollfläche (26) als Rollband (50) ausgebildet ist.

21. Perforationsvorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Rollband (50) und das Transportmittel (20, 46) zumindest in der Wirkzone gleichgerichtete Förderkomponenten aufweisen.

22. Perforationsvorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Rollband (50) und das Transportmittel (20, 46) zumindest in der Wirkzone entgegengesetzte Förderkomponenten aufweisen, während das Gegenrollband (24)/die Gegenrolltrommel (42) die gleiche Förderrichtung wie das Transportmittel (20, 46) aufweisen.

23. Perforationsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Nachführmittel (6) ein Schwenkspiegel oder ein rotierender Prismenspiegel im Strahlengang des Lichtstrahles (2) sind.

24. Perforationsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle ein Laser ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1

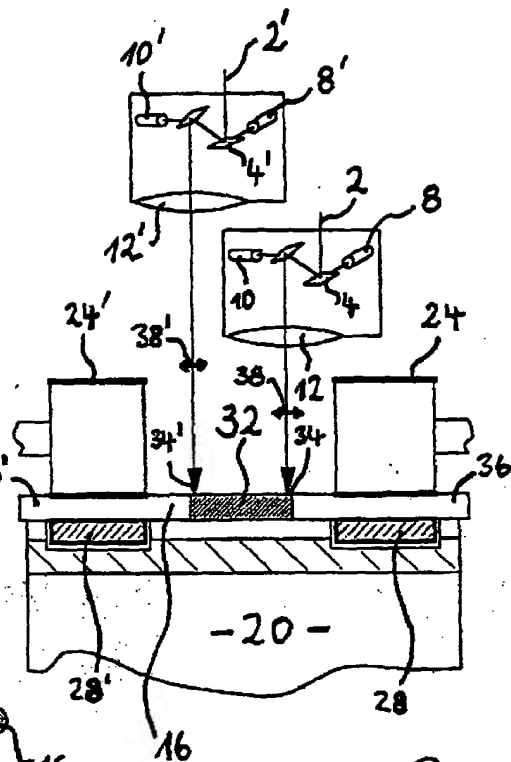
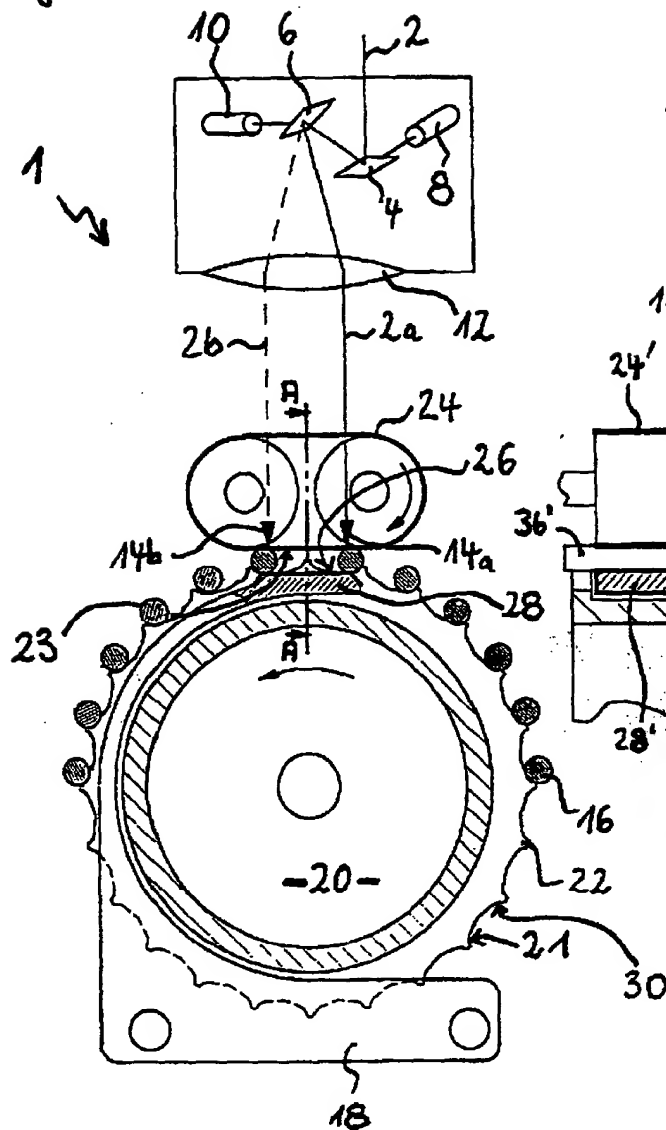
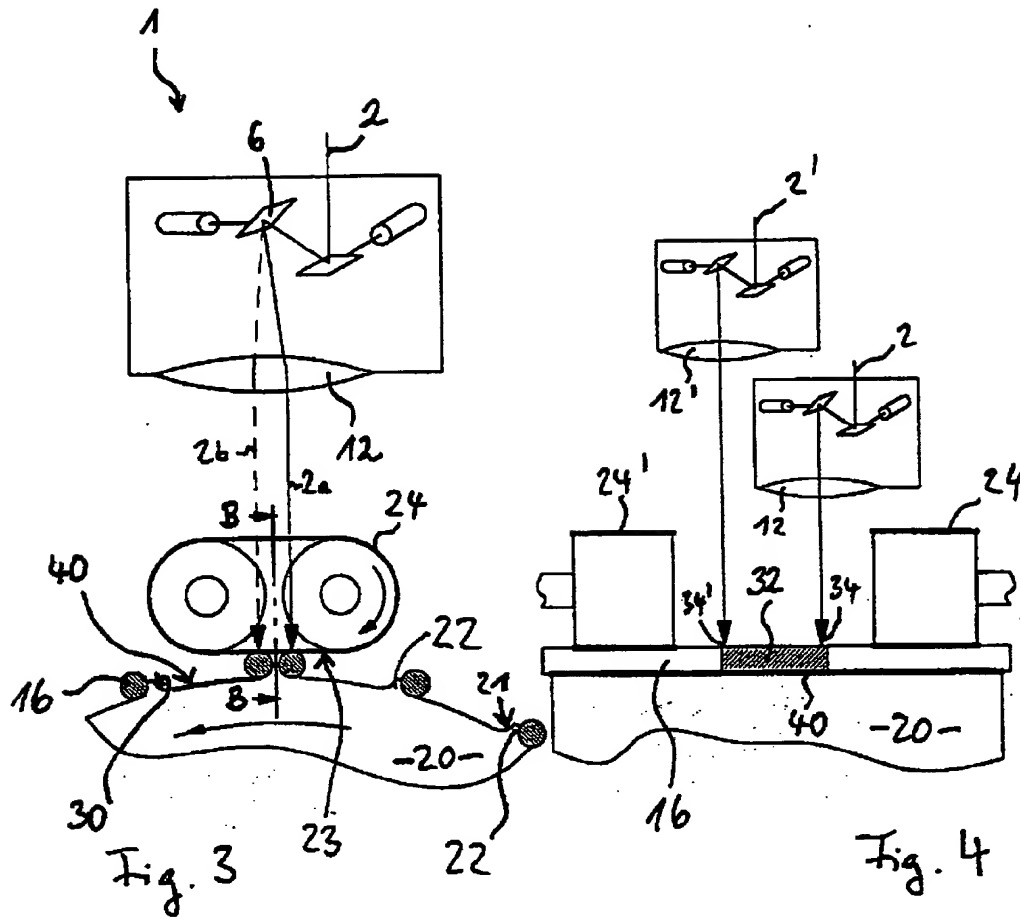


Fig. 2



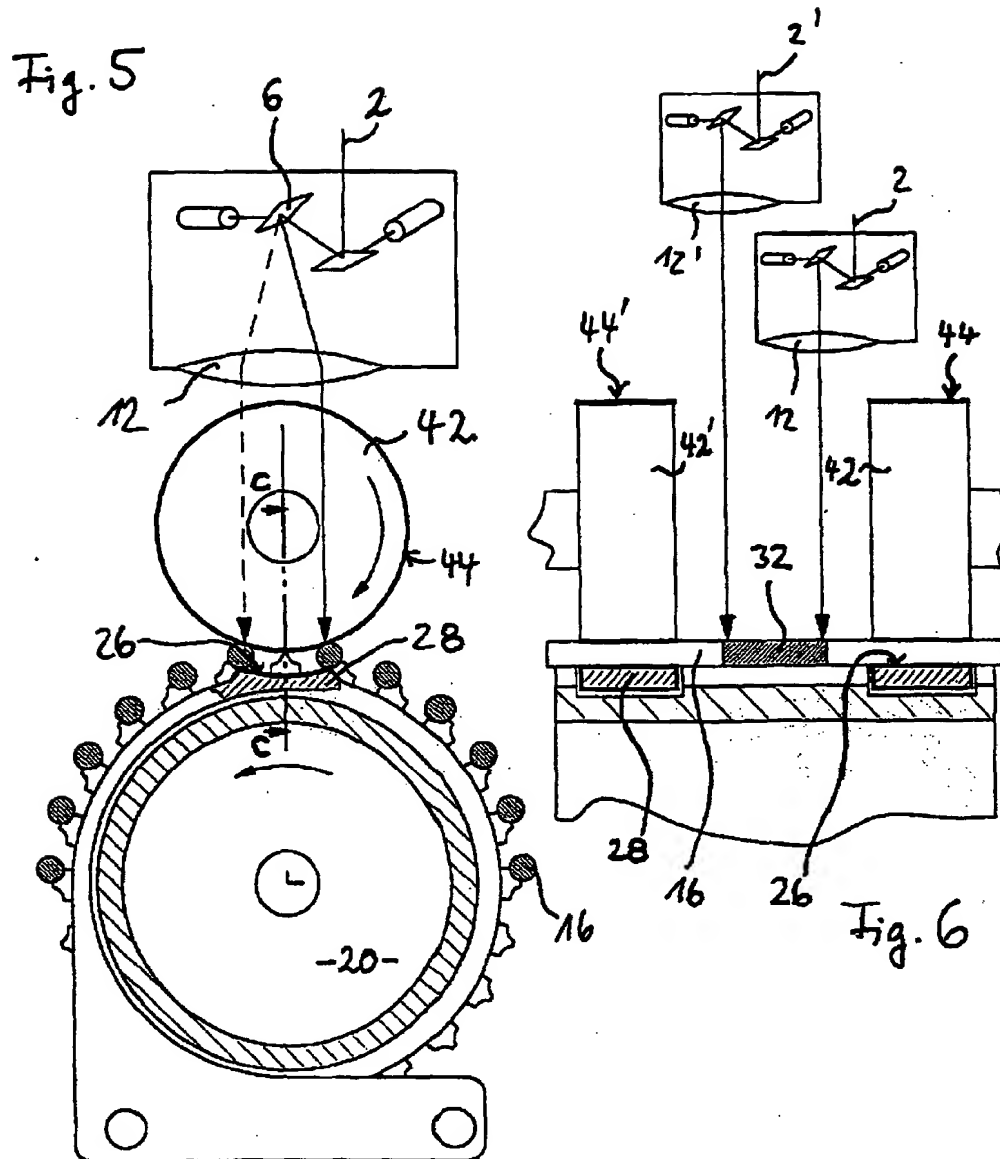


Fig. 9

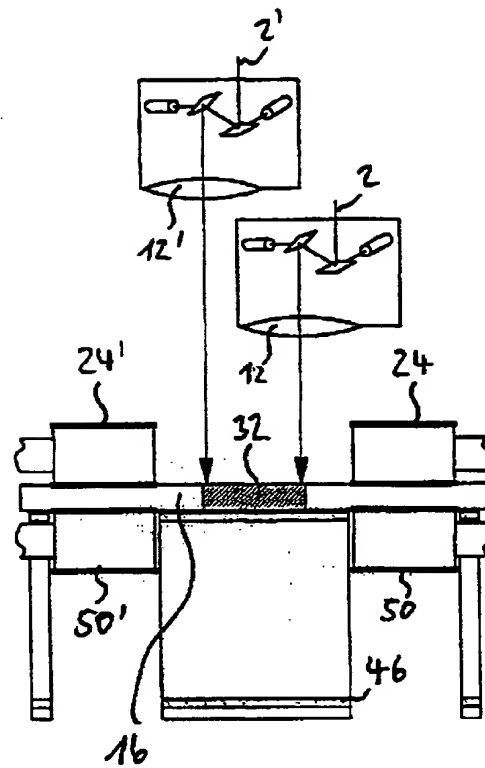
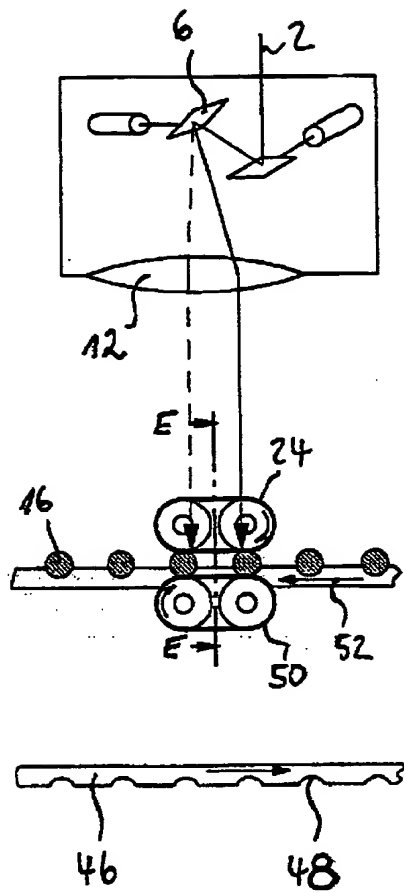


Fig. 10

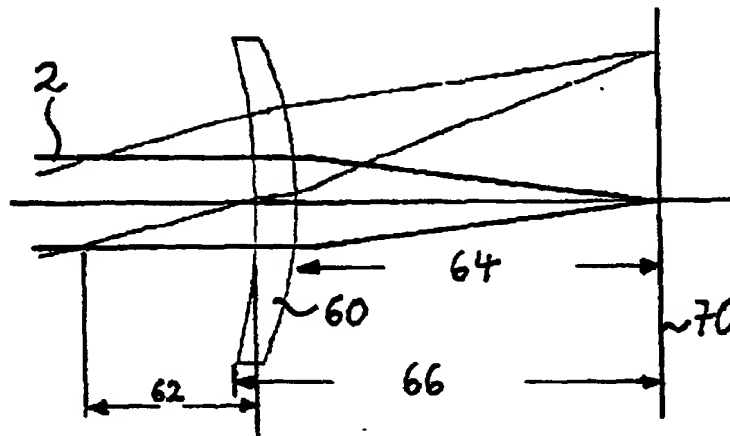


Fig. 11